



โครงการวิทยาศาสตร์ สาขากายภาพ

เรื่อง การศึกษาและเปรียบเทียบฟิล์มโคโตซานจากตักแตนป่าทั้งกำ

โดย

นายปกรณ์ พงษ์คุณากร

นางสาวแพรวเพชร เพ็ชรสวัสดิ์

นางสาวณัฐนิชา หอมแก่นจันทร์

โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ในการประกวดโครงการวิทยาศาสตร์ จัดโดย สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

ในพระบรมราชูปถัมภ์องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

เนื่องในวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ วันที่ 18 – 20 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565

โครงการวิทยาศาสตร์ สาขาภาพ
เรื่อง การศึกษาและเปรียบเทียบฟิล์มไคโตซานจากตักแตนป่าทั้งกำ

โดย
นายปกรณ์ พงษ์คุณากร
นางสาวแพรวเพชร เพ็ชรสวัสดิ์
นางสาวณัฐนิชา หอมแก่นจันทร์

ครูที่ปรึกษา นางสาววรรณ พันธุ์ปรีดา
ครูที่ปรึกษาพิเศษ ดร.ศิวัช ตั้งประเสริฐ

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มไคโตซานจากตักแตนปาทั้งก้ำและเปรียบเทียบกับฟิล์มไคโตซานจากตักแตนปาทั้งก้ำกับฟิล์มพลาสติก โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การสกัดไคโตซาน 2) การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันโดยใช้ Fourier-transform infrared spectroscopy 3) การหาค่า Degree of deacetylation (DDA) 4) การขึ้นรูปฟิล์มโดยขึ้นรูปฟิล์ม 4 สูตร สูตรที่ 1 Glycerol 30% (w/w) สูตรที่ 2 Glycerol 60% (w/w) สูตรที่ 3 Glycerol 100% (w/w) และสูตรที่ 4 Glycerol 150% (w/w) 5) การทดสอบและการเปรียบเทียบ ซึ่งทำการศึกษา 3 คุณสมบัติ ได้แก่ ความหนาของแผ่นฟิล์ม, ความเหนียวและความเครียดของแผ่นฟิล์ม และการศึกษาการละลายของแผ่นฟิล์ม ผลปรากฏว่าฟิล์มสูตรที่ 3 Glycerol 100% (w/w) มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด ซึ่งแผ่นฟิล์มมีลักษณะเหนียวและอ่อนนุ่มกว่าสูตรอื่น ๆ มีความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 0.079 mm สามารถรองรับน้ำหนักได้ถึง 7.0 N โดยมีระยะยืดเท่ากับ 0.3 mm ซึ่งมีความคงทนต่อแรงที่กระทำมากกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติก แต่มีความยืดหยุ่นน้อยกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติก และสามารถละลายน้ำได้ จากผลการทดลองสรุปได้ว่า แผ่นฟิล์มสูตรที่ 3 Glycerol 100% (w/w) มีความเหมาะสมในการนำมาขึ้นรูปฟิล์มพลาสติกและนำมาใช้ทดแทนได้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการเรื่องการศึกษาและเปรียบเทียบฟิล์มโคโตะซานจากตึกแดงแปงทั้งเก้าสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้ณาช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจากคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย

และขอขอบพระคุณอาจารย์ศิวัช ตั้งประเสริฐที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นเพื่อนมิตรและญาติพี่น้องทุกคนที่ช่วยเหลือสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้เขียนไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	2
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษาค้นคว้า	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	2
1.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	2
1.5 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าและดำเนินงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	7
3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	7
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	7
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	9
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	13
เอกสารอ้างอิง	14

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงความหนาของแผ่นฟิล์มในแต่ละสูตรและแผ่นฟิล์มพลาสติก ความเค้น-ความเครียดของแผ่นฟิล์ม	11
ตารางที่ 2 แสดงความเค้น-ความเครียดของแผ่นฟิล์มในแต่ละสูตรและแผ่นฟิล์มพลาสติก	11
ตารางที่ 3 แสดงการละลายของแผ่นฟิล์มในแต่ละสูตรและแผ่นฟิล์มพลาสติก	12

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 FTIR spectrogram ของไลโคซานที่ได้จาก <i>Patanga succincta</i>	9
ภาพที่ 2 FTIR spectrogram ของไลโคซานมาตรฐาน	10
ภาพที่ 3 ฟิล์มไลโคซานจากตักแตนปาทั้งก้าโดยผสม Glycerol ในอัตราส่วนต่างๆ	10

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีการนำสารที่สกัดได้จากธรรมชาติหลายอย่างมาใช้ประโยชน์ ไม่ว่าจะเป็นใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต หรือกระทั่งในครัวเรือน หนึ่งในสารที่มีความน่าสนใจ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายคือ ไคโตซาน

ไคโตซานสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ในด้านการเกษตร มีการนำสารไคโตซานไปเคลือบผลไม้เพื่อยืดอายุการเก็บ นำมาใช้ในการปรับปรุงดิน และใช้เร่งการเจริญเติบโตของพืช ในด้านการแพทย์ มีการนำคุณสมบัติการยับยั้งแบคทีเรียของไคโตซานมาใช้ในการป้องกันฟันผุ อีกทั้งไคโตซานยังสามารถยับยั้งการแข็งตัวของเลือด ในอุตสาหกรรมอาหาร มีการนำไคโตซานมาใช้ในการเก็บรักษาอาหารและป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ ด้านอุตสาหกรรม มีการนำคุณสมบัติในการดูดซับสารโลหะหนักของไคโตซานมาใช้ในการบำบัดน้ำทิ้ง และอีกหนึ่งสมบัติที่ผู้จัดทำสนใจ คือ ไคโตซานสามารถจับกับเซลล์เมมเบรน ของจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีน และสารอื่น ๆ ออกมานอกเซลล์จนจุลินทรีย์ไม่สามารถเติบโต และลดจำนวนลง จึงเหมาะที่จะนำมาทำเป็นฟิล์มถนอมอาหาร เพื่อยืดอายุของอาหาร

ในจังหวัดลำปางมีลักษณะภูมิประเทศและสภาพอากาศที่ส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งพืชพันธุ์ แมลง และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ แมลงเป็นสิ่งมีชีวิตหนึ่งที่คนในท้องถิ่นลำปางนำมาใช้ประโยชน์ ในหลายๆด้าน แมลงส่วนใหญ่นิยมนำมาแปรรูปเป็นอาหาร เช่น จิ้งหรีด ตั๊กแตน จิ้งจั่น แต่ยังมีแมลงบางสายพันธุ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์น้อย ด้วยเหตุผลหลายๆด้าน ไม่ว่าจะเป็นรูปร่างที่ไม่น่ารักประหลาด หรือเหตุผลอื่นๆ อีกทั้งแมลงบางชนิดยังเป็นศัตรูพืช กัดกินพืชผล และอาจก่อให้เกิดโรคทั้งกับพืชและคน จึงต้องมีการหาวิธีการกำจัดแมลงศัตรูพืช โดยอาจใช้วิธีการกำจัดโดยนิยมนำมาแมลง หรืออีกทางเลือกหนึ่งก็นำแมลงมาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ เช่น นำไปสกัดสารไคติน และไคโตซาน

ทางคณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะนำคุณสมบัติของไคโตซานที่สกัดจากแมลงมาทำเป็นแผ่นฟิล์ม เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าและเป็นการสร้างทางเลือกในการนำมาใช้ประโยชน์ และใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับการสกัดสารไคตินและไคโตซานอีกแหล่งนอกจากสัตว์ทะเล

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษาค้นคว้า

- 1.2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของไคโตซานจากตักแตนปาทั้งก้า
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบฟิล์มไคโตซานจากตักแตนปาทั้งก้ากับฟิล์มที่มีขายในท้องตลาด

1.3 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

- 1.3.1 สามารถนำไคโตซานที่สกัดได้จากตักแตนปาทั้งก้ามาใช้ในการขึ้นรูปฟิล์มได้
- 1.3.2 ฟิล์มไคโตซานที่ได้มีคุณสมบัติที่สามารถนำมาใช้ทดแทนแผ่นฟิล์มพลาสติก

1.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1.4.1 ตอนที่ 1 การสกัดไคโตซาน

ตัวแปรต้น คือ แหล่งของไคติน

ตัวแปรตาม คือ คุณสมบัติของไคโตซานจากตักแตนปาทั้งก้า

ตัวแปรควบคุม คือ วิธีการสกัดไคโตซานจากตักแตนปาทั้งก้า

1.4.2 ตอนที่ 2 การขึ้นรูปฟิล์ม

ตัวแปรต้น คือ ปริมาณของกลีเซอรอลในสูตรขึ้นรูปฟิล์ม

ตัวแปรตาม คือ คุณสมบัติของแผ่นฟิล์มที่ได้จากไคโตซานในตักแตนปาทั้งก้า

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณไคโตซานและวิธีการขึ้นรูป

1.4.3 ตอนที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพฟิล์มจากไคโตซานในตักแตนปาทั้งก้า

ตัวแปรต้น คือ วัสดุที่ใช้ในการทำฟิล์ม ในที่นี้คือไคโตซานจากตักแตนและพลาสติก

ตัวแปรตาม คือ คุณสมบัติของแผ่นฟิล์มที่ได้จากไคโตซานในตักแตนปาทั้งก้า

ตัวแปรควบคุม คือ วิธีทดสอบประสิทธิภาพฟิล์ม

1.5 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าและดำเนินงาน

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ แม่ลง คือตึกเตนปาทั้งก้า

1.5.2 การตรวจสอบไอโตซานในตึกเตน ใช้เทคนิค FTIR Spectrophometry

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นการศึกษาและนำตึกเตนปาทั้งก้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์

1.6.2 นำไอโตซานที่ได้มาขึ้นรูปฟิล์มเพื่อทดแทนการใช้ฟิล์มจากพลาสติกได้

1.6.3 สามารถนำฟิล์มไอโตซานที่ได้ไปใช้ในการใช้งานอื่นๆ

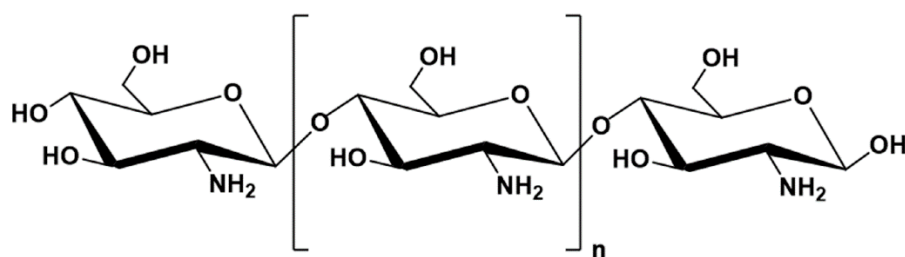
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาและเปรียบเทียบฟิล์มไคโตซานจากคั๊กแตน ปาทังก้า ผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยและเว็บไซต์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 ไคโตซาน

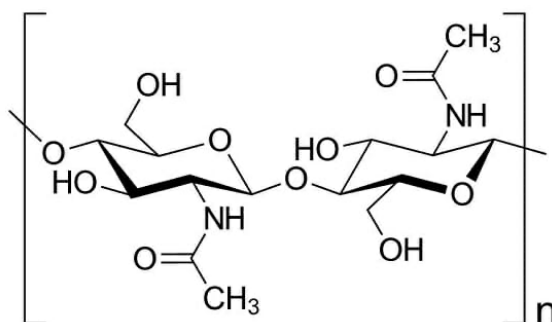
ไคโตซานเป็นสารโพลิเมอร์ธรรมชาติที่สกัดได้จากไคติน โดยการนำเอาอนุพันธ์ของไคตินที่ตัดเอาหมู่ acetyl ของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine ออก ไคโตซานมีชื่อทางเคมีว่า poly [β -(1 $\rightarrow$ 4)-2-amino-2-deoxy-D-glucopyranose]



โครงสร้างของไคโตซาน

2.2 ไคติน

ไคตินเป็นสารโพลิเมอร์ชีวภาพ ประเภทโพลิแซคคาไรด์จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตประเภท โครงสร้างที่เป็นเส้นใยคล้ายคลึงกับเซลลูโลสจากพืช มีชื่อทางเคมีว่า Poly [β -(1 $\rightarrow$ 4)-2-acetamido-2-deoxy-D-glucopyranose] พบมากในเปลือกกุ้ง กระจกปู และแกนปลาหมึก เป็นต้น (พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์, 2548)



โครงสร้างของไคติน

2.3 Degree of deacetylation

ค่า degree of deacetylation (DDA) ในไคโตซานนั้นแสดงถึงการกำจัดหมู่ *N*-acetyl-D-glucosamine ในไคโตซาน ค่า DDA สามารถใช้ในการจำแนกระหว่างไคตินและไคโตซาน โดยไคโตซานจะมีค่า DDA สูงกว่า 50% และค่า DDA ในไคโตซานยังนั้นส่งผลต่อคุณสมบัติของไคโตซานต่าง ๆ เช่น มวลโมเลกุล ความแข็งแรงของโครงสร้าง ความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Claire et al., 2001)

2.4 ตั๊กแตนปาทังก้า

ตั๊กแตนปาทังก้า (Bombay locust) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Patanga succincta* เป็นตั๊กแตนที่พบได้ในแถบเอเชียตะวันตกและตะวันออกเฉียงใต้ ครั้งหนึ่งเคยมีการระบาดของฝูงตั๊กแตนอย่างมากในอินเดีย และในประเทศไทยก็เคยประสบปัญหาศัตรูพืชจากแมลงชนิดนี้เช่นกัน แต่ในปัจจุบันตั๊กแตนส่วนมากที่พบในไทยจะเป็นตั๊กแตนที่เพาะเลี้ยงเพื่อซื้อขายและบริโภค ซึ่งมีจำนวนมาก ทำให้สามารถหาซื้อได้ง่าย (Natural Resources Institute (1996))

2.5 Fourier transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

เทคนิค Fourier transform Infrared Spectroscopy (FTIR) เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ จำแนกประเภทของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์และพันธะเคมีหรือหมู่ฟังก์ชันในโมเลกุล ซึ่งสามารถ วิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ทำให้เกิดช่วงกลาง (Middle infrared region) ช่วงความยาวคลื่น 2.5 - 50 mm, ช่วงเลขคลื่น 4000 - 400 cm เป็นเทคนิคที่ไม่ทำลายตัวอย่าง (nondestructive) คือไม่มีการเปลี่ยนแปลง คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของ ตัวอย่างหลังการวัด นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่สะดวก ไม่ยุ่งยาก ใช้เวลาในการวัดสั้นและมีความปลอดภัยสูง สามารถวัดตัวอย่างได้ทั้งในรูปของแข็งและของเหลว (วิทยาลัยเทคโนโลยีนวัตกรรมและวัสดุ, ม.ป.ป.)

2.6 ความเค้น

ความเค้น (Stress) หมายถึง แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุที่มีต่อแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ หรือแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของวัสดุ โดยทั่วไปความเค้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ ได้แก่ ความเค้นแรงดึง ความเค้นแรงอัด ความเค้นแรงเฉือน ในโครงงานนี้ความเค้นที่เราใช้ศึกษาแผ่นฟิล์มคือ ความเค้นแรงดึง

ความเค้นแรงดึง (Tensile Stress) เกิดขึ้นเมื่อมีแรงดึงมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวาง โดยพยายามจะแยกเนื้อวัสดุให้แยกขาดออกจากกัน (William F. Smith., 1996)

2.7 ความเครียด

ความเครียด (Strain) คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ (Deformation) เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ (เกิดความเค้น) การเปลี่ยนรูปของวัสดุนี้เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ภายในเนื้อวัสดุ ซึ่งลักษณะของมันสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. การเปลี่ยนรูปแบบอิลาสติกหรือความเครียดแบบคืนรูป (Elastic Deformation or Elastic Strain) เป็นการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่เมื่อปลดแรงกระทำ อะตอมซึ่งเคลื่อนไหวยเนื่องจากผลของความเค้นจะเคลื่อนกลับเข้าตำแหน่งเดิม ทำให้วัสดุคงรูปร่างเดิมไว้ได้ ตัวอย่างได้แก่ พวงยางยืด, สปริง ถ้าเราดึงมันแล้วปล่อยมันจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิม

2. การเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกหรือความเครียดแบบคงรูป (Plastic Deformation or Plastic Strain) เป็นการเปลี่ยนรูปที่ถึงแม้ว่าจะปลดแรงกระทำนั้นออกแล้ววัสดุก็ยังคงรูปร่างตามที่ถูกเปลี่ยนไปนั้น โดยอะตอมที่เคลื่อนที่ไปแล้วจะไม่กลับไปตำแหน่งเดิม (William F. Smith., 1996)

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ในการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาและเปรียบเทียบฟิล์มไคโตซานจากดักแด้เตนปาทั้งก้าม มีวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือพิเศษ สารเคมี ดังต่อไปนี้

3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| - Frozen <i>Patanga succincta</i> | - Hot air oven |
| - Hydrochloric acid | - Hotplate magnetic stirrer |
| - Acetic acid | - FTIR spectrometer |
| - Sodium hydroxide | - Centrifuge |
| - Distilled water | - Burette |

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

3.2.1 ตอนที่ 1 การสกัดไคโตซาน

1. นำดักแด้เตนปาทั้งก้ามที่ผ่านการแช่แข็งมาแล้วไปอบให้แห้งและบดให้เป็นผง
2. นำไปแช่ในสารละลาย HCl 2M ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชม.

เพื่อกำจัดแร่ธาตุ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นจนค่า pH เป็นกลาง

3. นำไปแช่ในสารละลาย NaOH 2M ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชม.

เพื่อกำจัดโปรตีน แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นจนค่า pH เป็นกลาง

4. นำไปแช่ในสารละลาย NaOH เข้มข้น 60% ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชม. เพื่อกำจัดหมู่ acetyl แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นจนค่า pH เป็นกลาง จากนั้นนำไปอบให้แห้งที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชม. จะได้ไคโตซานออกมา

5. นำไคโตซานที่ได้ไปตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันโดยใช้ FTIR Spectrometer ที่ช่วงความถี่ $4000-400\text{ cm}^{-1}$

3.2.2 ตอนที่ 2 การหาค่า Degree of deacetylation (DDA)

1. นำไคโตซาน 0.2 กรัมมาละลายในสารละลาย HCl 0.1M ปริมาตร 20 ml
2. เติม NaOH 0.1M จนกระทั่งค่า pH เท่ากับ 3.0
3. นำปริมาณสารที่ใช้ไปคำนวณหาค่า DDA%

$$DD (\%) = \frac{\phi}{\frac{(W-161 \times \phi)}{204} + \phi} \times 100$$

$$\phi = \frac{(N_A \times V_A - N_B \times V_B)}{1000}$$

3.2.3 การขึ้นรูปฟิล์ม

1. เตรียมสารละลาย 1% (w/w) โดยนำไคโตซานมาละลายในกรดแอซิติก 1% (v/v) แล้วคนอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 24 ชม. ที่อุณหภูมิห้อง
2. เติม Glycerol 30% , 60% , 100% , 150% (w/w เทียบกับน้ำหนักไคโตซานที่ใช้) แล้วคนต่อเนื่องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปเข้าเครื่อง Centrifuge ที่ 7800 rpm เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายเหนือตะกอน 25 ml มาเทลงในจานเพาะเชื้อ และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชม. จากนั้นจึงลอกแผ่นฟิล์มออกมา

3.2.4 การทดสอบและการเปรียบเทียบฟิล์ม

1. วัดความหนาของแผ่นฟิล์มโดยใช้เครื่องมือโครมิเตอร์วัดความหนา 5 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ย
2. ทดสอบโดยใช้แรงดึงและวัดระยะการยืดของแผ่นฟิล์ม แล้วนำไปหาค่าความเค้น ความเครียด และค่ามอดูลัส
3. ทดสอบการละลายของแผ่นฟิล์มโดยชั่งน้ำหนักก่อนและหลังนำไปละลายในน้ำกลั่นเป็นเวลา 1 ชม.

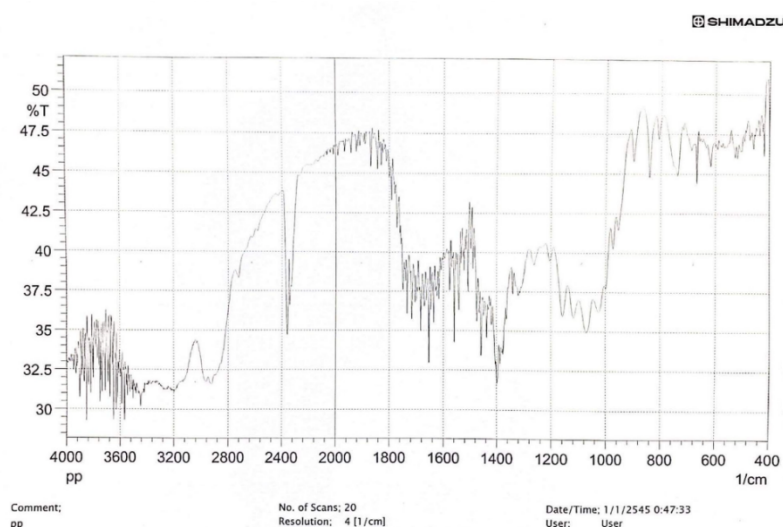
บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

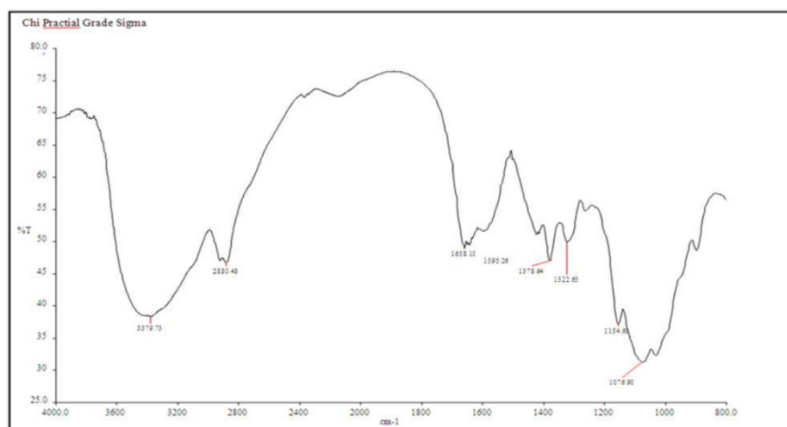
หลังจากทำการทดลองตามขั้นตอนดังที่กล่าวไปในบทที่ 3 แล้วนั้น สามารถบันทึกผลการทดลองได้ ดังต่อไปนี้

4.1 ลักษณะกราฟของไคโตซานที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTIR spectrogram

จาก FTIR spectrogram ของไคโตซานที่ได้จากคัตแตนปาทั้งกำ พบว่าที่เลขคลื่นช่วงประมาณ $3,000-3,500\text{ cm}^{-1}$ ปรากฏพีกกว้างจากพันธะ O-H และ N-H เลขคลื่นช่วงประมาณ $2880-2960\text{ cm}^{-1}$ ปรากฏพีกจาก C-H stretching เลขคลื่นประมาณ 1650 cm^{-1} และ 1320 cm^{-1} ปรากฏพีกจาก C=O stretching (amide I) และพีกจาก C-N stretching (amide III) ตามลำดับ แสดงถึงหมู่ N-acetyl ที่ยังหลงเหลือ เลขคลื่นประมาณ 1550 cm^{-1} ปรากฏพีกจาก N-H amine bending (amide II) เลขคลื่นช่วงประมาณ $1360-1440\text{ cm}^{-1}$ ปรากฏพีกจาก CH_2 bending และ CH_3 symmetrical deformations และช่วงประมาณ 1050 cm^{-1} ปรากฏพีกจาก C-O stretching ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ FTIR spectrogram ของไคโตซานมาตรฐาน พบว่ามีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 1 FTIR spectrogram ของไคโตซานที่ได้จาก *Patanga succincta*



ภาพที่ 2 FTIR spectrogram ของไคโตซานมาตรฐาน

4.2 ค่า DDA ของไคโตซานจากตักแตนปาทั้งก้า

จากการทดสอบหาค่า DDA ทั้งหมด 3 ครั้ง ได้ผล %DDA มีค่าเท่ากับ 94.05% , 83.95% และ 87.38% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.46%

4.3 การขึ้นรูปฟิล์มไคโตซานที่ได้จากตักแตนปาทั้งก้า

จากการขึ้นรูปฟิล์มไคโตซานจากตักแตนปาทั้งก้าโดยผสม Glycerol ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า ฟิล์มไคโตซานที่ผสม Glycerol 30% และ 60% (w/w) มีความอ่อนนุ่มน้อยกว่าฟิล์มไคโตซานที่ผสม Glycerol 100% และ 150% (w/w) และ ฟิล์มไคโตซานที่ผสม Glycerol 150% พบว่ามี Glycerol หลงเหลือเกินอยู่



สูตรที่ 1 กลีเซอรอล 30% w/w



สูตรที่ 2 กลีเซอรอล 60% w/w



สูตรที่ 3 กลีเซอรอล 100% w/w



สูตรที่ 4 กลีเซอรอล 150%w/w

4.4 การทดสอบและเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของแผ่นฟิล์ม

4.4.1 ความหนาของแผ่นฟิล์ม

แผ่นฟิล์ม	ความหนาแผ่นฟิล์ม (mm)					
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	เฉลี่ย
กลีเซอรอล 30% w/w	0.031	0.031	0.044	0.040	0.025	0.034
กลีเซอรอล 60% w/w	0.036	0.025	0.041	0.041	0.040	0.037
กลีเซอรอล 100% w/w	0.080	0.035	0.090	0.076	0.115	0.079
กลีเซอรอล 150% w/w	0.055	0.070	0.119	0.049	0.049	0.068
ฟิล์มพลาสติก	0.009	0.010	0.024	0.021	0.009	0.015

ตารางที่ 1 แสดงความหนาของแผ่นฟิล์มในแต่ละสูตรและแผ่นฟิล์มพลาสติก

4.4.2 ความเค้นและความเครียดของแผ่นฟิล์ม

แผ่นฟิล์ม	แรงดึงสูงสุด (N)	ระยะยืดสูงสุด (cm)	ความเค้น (σ) (kPa)	ความเครียด (ϵ)	ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (kPa)
กลีเซอรอล 30% w/w	5.5	0.5	8.8	0.20	44.0
กลีเซอรอล 60% w/w	6.5	0.5	10.4	0.20	52.0
กลีเซอรอล 100% w/w	7.0	0.3	11.2	0.12	93.3
กลีเซอรอล 150% w/w	5.4	0.4	8.6	0.16	53.8
ฟิล์มพลาสติก	1.5	0.5	2.4	0.20	12.0

ตารางที่ 2 แสดงความเค้น-ความเครียดของแผ่นฟิล์มในแต่ละสูตรและแผ่นฟิล์มพลาสติก

4.4.3 การละลายของแผ่นฟิล์ม

แผ่นฟิล์ม	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (g)	น้ำหนักหลัง ทดสอบ (g)	เปอร์เซ็นต์การละลาย หลังผ่านไป 1 ชม.
กลีเซอรอล 30% w/w	0.18	0.17	5.56
กลีเซอรอล 60% w/w	0.21	0.19	9.52
กลีเซอรอล 100% w/w	0.35	0.23	34.29
กลีเซอรอล 150% w/w	0.34	0.24	29.41
ฟิล์มพลาสติก	0.09	0.09	ไม่เกิดการละลาย

ตารางที่ 3 แสดงการละลายของแผ่นฟิล์มในแต่ละสูตรและแผ่นฟิล์มพลาสติก

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาและเปรียบเทียบฟิล์มไคโตซานจากดักแด้เตนปาทั้งก้า สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผล

จากการวิเคราะห์ไคโตซานที่สกัดได้จากดักแด้เตนปาทั้งก้าด้วย FTIR spectrometer พบว่าไคโตซานที่ได้มีลักษณะโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับไคโตซานมาตรฐาน และมีค่า DDA% เฉลี่ยอยู่ที่ 88.46% ซึ่งอยู่ในระดับที่สูง โดยไคโตซานที่มีค่า DDA% สูงจะมีหมู่ amine กระจุกตัวมากซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของไคโตซาน

การขึ้นรูปฟิล์มไคโตซานจากดักแด้เตนปาทั้งก้า โดยเติม Glycerol 30% , 60% , 100% , 150% (w/w เทียบกับน้ำหนักไคโตซานที่ใช้) พบว่าฟิล์มที่ได้จากไคโตซานมีความทนทานต่อแรงดึงมากกว่าฟิล์มพลาสติก มีความยืดหยุ่นใกล้เคียงกัน และสามารถละลายในน้ำได้เล็กน้อย โดยฟิล์มไคโตซานที่ผสมกลีเซอรอล 100% (w/w) มีคุณสมบัติเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่น ถ้าหากเติม Glycerol ในอัตราส่วนที่น้อยกว่า 100% (w/w) จะส่งผลให้ฟิล์มไม่อ่อนตัวพอ และถ้าหากเติม Glycerol ในอัตราส่วนที่มากกว่า 100% (w/w) พบว่ามี Glycerol ส่วนเกินที่ไม่จับตัวกับฟิล์มและหลงเหลืออยู่

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 ควรเพิ่มการทดสอบประสิทธิภาพฟิล์มไคโตซานให้มากขึ้นอย่างถูกต้องและแม่นยำ

5.2 นำฟิล์มไปประยุกต์ใช้ในงานอื่นๆมากขึ้นเพื่อเป็นการประยุกต์ใช้และสามารถทดแทนสิ่งอื่นได้ เช่น การทดแทนแทนฟิล์มพลาสติก

เอกสารอ้างอิง

- ธนิดา ตระกูลสุจริตโชค และปิยะพร ณ หนองคาย. (2558). พอลิเมอร์ชีวภาพไคโตซาน/เจลาตินที่มีสมบัติแม่เหล็กสำหรับเป็นเรซินแลกเปลี่ยนไอออนและกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้ง. ในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. 11-43.
- Alma Iveth Saenz-Mendoza, Paul Baruk Zamudio-Flores, Mayra Cristina García-Anaya. (2020). Characterization of insect chitosan films from *Tenebrio molitor* and *Brachystola magna* and its comparison with commercial chitosan of different molecular weights. *international-journal-of-biological-macromolecules* 160: 953-963.
- H. EL Knidri, J. Dahmani, A. Addaou, A. Laajeb, A. Lahsini. (2019). Rapid and efficient extraction of chitin and chitosan for scale-up production: Effect of process parameters on deacetylation degree and molecular weight. *international-journal-of-biological-macromolecules* 139: 1092-1102.
- Qiang Luo, Ying Wang, Qianqian Han, Lisu Ji, Hongmei Zhang, Zhenghao Fei Yanqing Wang. (2019). Comparison of the physicochemical, rheological, and morphologic properties of chitosan from four insects. *Carbohydrate Polymers* 209: 266-275.
- Renata Czechowska-Biskup, Diana Jarosiska, Bozena Rokita, Piotr Ulanski, Janusz M. Rosiak. (2012). Determination of degree of deacetylation of chitosan - Comparision of methods : 1-18.
- Sicong Chen, Xunfan Wei, Zhuoxiao Sui, Mengyuan Guo, Jin Geng, Jinhua Xiao and Dawei Huang. (2021). Preparation of Antioxidant and Antibacterial Chitosan Film from *Periplaneta Americana*. *Insects* 12(1): 1-12.